

Title	Non-Newtonian Shear Viscosity of a Critical Fluid
Author(s)	小貫, 明
Citation	物性研究 (1977), 27(6): F93-F94
Issue Date	1977-03-20
URL	http://hdl.handle.net/2433/89300
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	publisher

励起準位に関するかぎり，集団変数の理由はかなり有効であるが，凝縮相の問題を取り扱うためには，低密度強結合における近似が必要となるであろう。

参 考 文 献

- 1) M.Tsujii and T.Nishiyama, Prog. Theor. Phys. **57**(1977), No.1.
- 2) P.Berdahl, Phys. Rev. **10A**(1974), 2378.
- 3) M.Takahashi, Prog. Theor. Phys. **55**(1976), 33.
- 4) S.Sunakawa et al., Prog. Theor. Phys. **41**(1969), 919.
- 5) J.A.Carballo and J.Ruvalds, Phys. Rev. **11B**(1975), 4278.
- 6) T.Nishiyama and Y.Watanabe, Proc. LT14(**1975**), 157.
- 7) T.Nishiyama and M.Tsujii, Prog. Theor. Phys. **57**(1977), No.2.

“Non-Newtonian Shear Viscosity of a Critical Fluid”

東大・理 小 貫 明

臨界点近くの流体では大きなサイズ ($\sim \xi$) の液滴がゆらぎによってできている (寿命 $\sim \xi^3$)。高分子溶液と同じようにこの状態での流体は流れができると通常の流体と異質なふるまいをする。第一に線型応答の破れ (Non-Newton 効果) が大きくなる。

第二に境界の効果が流体の内部まで ($\sim \xi$) 及ぶ (Boundary Effect)。

第三に光散乱の central peak の巾が小さい波数で流れの shear に依存する。

流れの場が $\mathbf{u}(\mathbf{r}) = D\mathbf{y} \cdot \mathbf{e}_x$ で与えられる場合 (Couette Flow) を考えてみよう。Shear D の役割は液滴の形をゆがめ時間 D^{-1} 位でこわしてしまうことである。とくに Non-Newtonian Shear Viscosity の D -依存性は大体以下の式でわかる。

$$\eta(D) \sim \int_0^{D^{-1}} dt \sum_{\mathbf{k}} k_x k_y e^{-t\Gamma_{\mathbf{k}}} \frac{k_x k_y}{(\xi^{-2} + k^2)^2}$$

ここに $\Gamma_{\mathbf{k}}$ は order parameter の relaxation rate である。時間積分の上限が ∞ でなく D^{-1} になる。

$k \ll \xi^{-1}$ では、 $\Gamma_{\mathbf{k}} \sim k^2$ であるから、

$$\int_{\text{const}}^{D^{-1}} dt \frac{1}{t^{\frac{7}{2}}} \sim D^{\frac{5}{2}}$$

という項がでてくる。 $k \gg \xi^{-1}$ では $\Gamma_{\mathbf{k}} \sim k^3$ であるから、

$$\eta(D) \sim \int_0^{D^{-1}} dt \frac{1}{t} (1 - e^{-t\Gamma(\xi^{-1})})$$

$$\sim \begin{cases} \log \xi^{-1} & \text{for } \lambda = \frac{\eta \xi^2}{k_B T} D < 1, \\ \log \lambda & \text{for } \lambda > 1, \end{cases}$$

結果的には、 $\lambda = \frac{\eta}{k_B T} \xi^3 D$ として、

$$\begin{aligned} \eta(\lambda) &= \eta_0 + \lambda^2 A_1 + \lambda^{\frac{5}{2}} A_2 + \dots \quad \text{for } \lambda \ll 1, \\ &\sim \log \lambda \quad \text{for } \lambda \gg 1, \end{aligned}$$

係数 A_1, A_2, \dots は計算中である。

$\lambda > 1$ のとき、液滴はもっぱら Shear によってこわされるわけで、 $\eta(\lambda)$ は温度によらなくなる。つまり slowing down は shear で制えられる。光散乱の巾は液滴の relaxation rate を表わすから長波長では大きな shear 依存性を示す。(長波長は大きな液滴からの寄与である。)

第一から第三の効果の詳細はおつて発表する。毛細管を用いての実験などでは以上の解析が重要である。